



⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 52 856 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 17 C 1/12

⑲ Aktenzeichen: 100 52 856.2
⑳ Anmeldetag: 24. 10. 2000
㉑ Offenlegungstag: 25. 4. 2002

DE 100 52 856 A 1

㉒ Anmelder:
Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

㉓ Erfinder:
Reese, Wilfried-Henning, Dipl.-Ing., 85716
Unterschleißheim, DE; Wolf, Joachim, Dipl.-Phys.
Dr., 81241 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

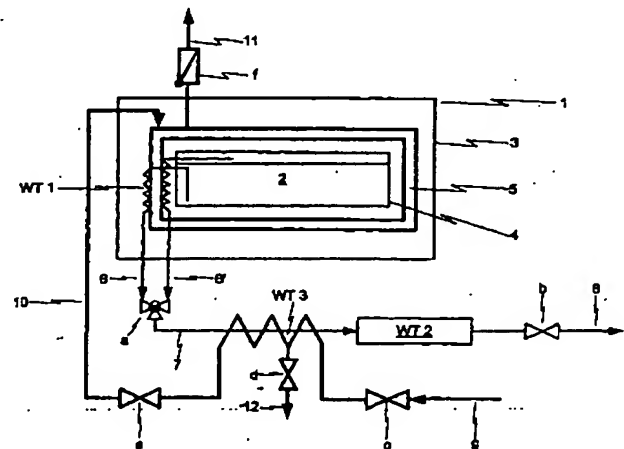
⑤④ Speicherbehälter für kryogene Medien

⑤⑦ Es wird ein Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2), insbesondere für flüssigen Wasserstoff, aufweisend einen Außenbehälter (3), einen Innenbehälter (4) und wenigstens eine Entnahme- und Befüllleitung (5, 6') beschrieben.

Erfindungsgemäß ist in dem Speicherbehälter (1) wenigstens ein weiterer Speicherraum (5, 5') für ein Medium angeordnet und zumindest die Entnahmeleitung steht (6, 6') mit dem weiteren Speicherraum (5, 5') in Wirkverbindung.

Hierbei kann dem weiteren Speicherraum (5, 5') ein Schild (12), das den Innenbehälter (4) vorzugsweise zumindest teilweise umgibt, zugeordnet sein und mit diesem in Wärmekontakt stehen. Auch kann der weitere Speicherraum (5) in Form eines Hohlkammerprofils ausgebildet sein und den Innenbehälter (4) zumindest teilweise umgeben.

Die Erfindung ermöglicht es, die Abdampftrate bei Speicherbehältern (1), die der Speicherung kryogener Medien (2) dienen, deutlich zu verringern.



DE 100 52 856 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Speicherbehälter für kryogene Medien, insbesondere für flüssigen Wasserstoff, aufweisend einen Außenbehälter, einen Innenbehälter und wenigstens eine Entnahme- und Befüllleitung.

[0002] Im Folgenden werden bei den Bezeichnungen spezieller kryogener Medien entsprechend ihrem Aggregatzustand die Buchstaben "G" für "gasförmig" und "L" für "flüssig" bzw. "liquid" vorangestellt; also z. B. GH₂ bzw. LH₂ für gasförmigen bzw. flüssigen Wasserstoff.

[0003] Insbesondere Wasserstoff gewinnt gegenwärtig durch den steigenden Energiebedarf und das gestiegene Umweltbewusstsein als Energieträger zunehmend an Bedeutung. So werden bereits Lastkraftwagen, Busse sowie Personenkraftwagen mittels mit Wasserstoff-betriebenen Motoren bzw. Brennstoffzellen angetrieben. Darüber hinaus sind erste Versuche im Gange, Flugzeuge mit den genannten Medien anzutreiben.

[0004] Die Speicherung des Wasserstoffs "an Bord" der oben genannten Verkehrsmittel ist dabei in flüssiger Form am sinnvollsten. Zwar muss der Wasserstoff dazu auf etwa 21 K abgekühlt und auf dieser Temperatur gehalten werden – was nur durch entsprechende Isoliermaßnahmen an den Speicherbehältern bzw. -tanks realisiert werden kann –, doch ist eine Speicherung in gasförmigem Zustand aufgrund der geringen Dichte von GH₂ in der Regel in den obengenannten Verkehrsmitteln ungünstiger, da die Speicherung hierbei in großvolumigen und schweren Speicherbehältern bei hohen Drücken erfolgen muss.

[0005] Gattungsgemäße Speicherbehälter für kryogene Medien, insbesondere für flüssigen Wasserstoff, sind seit langem bekannt. Wird aus ihnen über einen längeren Zeitraum kein Medium entnommen, so kommt es im Inneren des Innenbehälters aufgrund des nicht zu verhindernden Wärmeeinfall aus der Umgebung in dem Medium zu einem Temperatur- und Druckanstieg. Derartige Speicherbehälter weisen deshalb immer die Möglichkeit auf, dass bei Erreichen eines bestimmten Druckes ein Teil des darin gespeicherten Mediums aus dem Innenbehälter an die Atmosphäre abgegeben werden kann. Die so aus dem Innenbehälter entwichene Menge geht jedoch ungenutzt verloren.

[0006] Bekannte Speicherbehälter für flüssigen Wasserstoff ermöglichen Standzeiten von 2 bis 3 Tagen, bevor es zu einem Abdampfen von gasförmigem Wasserstoff kommt. Die Akzeptanz von Wasserstoff als Energieträger – insbesondere bei Personenkraftwagen – wird u. a. auch von der möglichen Länge der Standzeit eines Personenkraftwagens abhängen. Ein Abblasen von Wasserstoff nach 2 bis 3 Tagen würde vom Kunden sicherlich nicht akzeptiert werden.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Speicherbehälter für kryogene Medien, insbesondere für Wasserstoff anzugeben, der eine längere Standzeit ermöglicht, also den Wärmeeinfall auf das in ihm gespeicherte Medium verringert, was zur Folge hat, dass der Temperatur- und Druckanstieg im Inneren des Innenbehälters langsamer vonstatten geht.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Speicherbehälter vorgeschlagen, der dadurch gekennzeichnet ist, dass in dem Speicherbehälter wenigstens ein weiterer Speicher- raum für ein Medium angeordnet ist und zumindest die Ent- nahmeleitung(en) des Speicherbehälters mit dem weiteren Speicher- raum in Wirkverbindung steht bzw. stehen.

[0009] Hierbei ist die Wirkverbindung zwischen der oder den Entnahmeleitungen des Speicherbehälters und dem weiteren Speicher- raum vorzugsweise in Form eines Wärmetau- schers ausgebildet.

[0010] Der erfindungsgemäß nunmehr im Inneren des

Speicherbehälters vorgesehene weitere Speicherraum kann beispielsweise mit einem Medium gefüllt werden, das über einen Phasenübergang Energie speichert, wie beispielsweise Stickstoff, Argon, etc. Derartige Medien werden auch als PCMs (Phase Change Material) bezeichnet.

[0011] Entsprechend vorteilhafter Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Speicherbehälters ist dem weiteren Spei- cher- raum ein Schild, das den Innenbehälter vorzugsweise zumindest teilweise umgibt, zugeordnet und der weitere Speicher- raum steht mit diesem Schild in Wärmekontakt.

[0012] Ergänzend oder alternativ dazu kann der weitere Speicher- raum auch in Form eines Hohlkammerprofils aus- gebildet sein und den Innenbehälter des erfindungsgemäßen Speicherbehälters zumindest teilweise umgeben.

[0013] Der zwangsläufig auftretende Wärmeeinfall in den erfindungsgemäßen Speicherbehälter führt nun dazu, dass das in dem weiteren Speicher- raum gespeicherte Medium bzw. das mit dem weiteren Speicher- raum verbundene Schild – dies besteht vorzugsweise aus Kupfer – erwärmt werden. Dies hat zur Folge, dass die Temperatur und damit auch der Druck in dem Innenbehälter zunächst im Wesentlichen un- verändert bleiben bzw. in einem wesentlich geringeren Maße ansteigen als dies bei bekannten Speicherbehältern der Fall ist. Somit wird das Abdampfen des Mediums aus dem Innenbehälter des Speicherbehälters verlangsamt, wo- durch sich die Standzeiten deutlich verlängern.

[0014] Den erfindungsgemäßen Speicherbehälter für kryogene Medien weiterbildend wird vorgeschlagen, dass dem weiteren Speicher- raum wenigstens eine Befüllleitung zugeordnet ist.

[0015] Diese Ausgestaltung ermöglicht es nun, ein sog. "offenes System" zu realisieren, bei dem beispielsweise Umgebungsluft über die Befüllleitung in den weiteren Spei- cher- raum gelangt.

[0016] Wird nun der Innenbehälter des erfindungsgemä- ßen Speicherbehälters mit einem kryogenen Medium be- füllt, so kommt es zu einer Verflüssigung der in dem wei- teren Speicher- raum befindlichen Luft. Im Falle einer längeren Standzeit wird die in dem weiteren Speicher- raum befindli- che Luft aufgrund des Wärmeeinfall dann wieder er- wärmt.

[0017] Die Verflüssigung der Luft kann jedoch nicht nur beim Befüllen des Speicherbehälters mit dem kryogenen Medium erfolgen, sondern auch – wie unten erläutert wer- den wird – bei der Entnahme des kryogenen Mediums aus dem Speicherbehälter. Die Verflüssigung bei der Entnahme hat zusätzlich den Vorteil, dass die Wärmeenergie des ent- nommenen kalten Mediums genutzt wird.

[0018] Der vorgenannten Befüllleitung sind vorzugsweise Mittel zum Reinigen des in den weiteren Speicher- raum ge- führten Mediums zugeordnet.

[0019] Hierbei sind diese Mittel zum Reinigen wiederum vorzugsweise als wenigstens ein Wärmetauscher, in dem ein Wärmetausch zwischen dem dem weiteren Speicher- raum zugeführten Medium und dem aus dem Speicherbehälter ab- gezogenen kryogenen Medium erfolgt, ausgebildet.

[0020] Gelangt nunmehr beispielsweise Luft aus der Um- gebung über die Befüllleitung nur dann in den weiteren Speicher- raum, wenn der vorgenannte Wärmetausch mit dem aus dem Speicherbehälter abgezogenen kryogenen Me- dium erfolgt, so wirkt dieser Wärmetausch als Kältefall für die in der Umgebungsluft enthaltene Feuchtigkeit sowie das in ihr enthaltene Kohlendioxid. Diese Komponenten kon- densieren bereits während des Wärmetausches und können somit von der dem weiteren Speicher- raum zuzuführenden Luftmenge abgetrennt werden. Ein Ausfrieren dieser Kom- ponenten innerhalb des Leitungssystems wird dadurch wirk- ungsvoll verhindert.

[0021] Der erfindungsgemäße Speicherbehälter sowie weitere Ausgestaltungen desselben seien anhand zweier, in den Fig. 1 und 2 dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0022] Die Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Speicherbehälters 1, der einen Außenbehälter 3 sowie einen Innenbehälter 4 aufweist. Zwischen diesen ist vorzugsweise eine Superisolation vorgesehen. Das im Innenbehälter 4 befindliche kryogene Medium 2 – im vorliegenden Falle handelt es sich um flüssigen Wasserstoff – kann sowohl in flüssiger Form – über die Entnahmeleitung 6 – als auch in gasförmiger Form – über die Entnahmeleitung 6' – aus dem Speicherbehälter 1 bzw. dessen Innenbehälter 4 entnommen werden.

[0023] Die beiden Entnahmeleitungen 6 und 6' werden mittels eines Drei-Wege-Ventils a zu einer gemeinsamen Leitung 7 vereinigt. Der entnommene Wasserstoff wird nunmehr durch zwei Wärmetauscher WT 3 und WT 2 geführt und in diesen angewärmt.

[0024] Während auf die Anwärkung des Wasserstoffes in dem Wärmetauscher WT 3 noch näher eingegangen wird, erfolgt in dem Wärmetauscher WT 2 eine weitere Anwärkung des Wasserstoffes gegen ein Kühlmedium, wie beispielsweise das Motorkühlwasser.

[0025] Über die Leitung 8, in der ein Regelventil b angeordnet ist, wird der Wasserstoff anschließend einem Antriebsaggregat und/oder einer Brennstoffzelle zugeführt.

[0026] Erfindungsgemäß ist im Inneren des Speicherbehälters 1 nunmehr ein weiterer Speicherraum 5 vorgesehen. Prinzipiell können jedoch auch zwei oder mehrere zusätzliche Speicherräume vorgesehen werden. Der weitere Speicherraum 5 umgibt bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel den Innenbehälter 4 des erfindungsgemäßen Speicherbehälters 1 im Wesentlichen vollständig. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass der weitere Speicherraum 5 in Form eines Hohlkammerprofils ausgebildet ist.

[0027] Über Leitung 9, in der ein Ventil c vorgesehen ist, wird dem bereits erwähnten WT 3 Umgebungsluft zugeführt. Diese wird in dem Wärmetauscher WT 3 gegen den anzuwärmenden Wasserstoffstrom in der Leitung 7 abgekühlt, wobei die unerwünschten Bestandteile wie Feuchtigkeit und Kohlendioxid auskondensieren und über Leitung 12, in der ebenfalls ein Ventil d angeordnet ist, abgezogen werden können. Der entfeuchtete und von Kohlendioxid gereinigte Luftstrom wird anschließend über Leitung 10, in der ein Ventil e angeordnet ist, dem im Inneren des Speicherbehälters 1 angeordneten weiteren Speicherraum 5 zugeführt.

[0028] Aus Sicherheitsgründen weist der weitere Speicherraum 5 eine Abführleitung 11 auf, in der ein Überdruckventil f, das bei Erreichen eines voreingestellten Druckwertes eine Abgabe über die Abführleitung 11 ermöglicht, angeordnet ist.

[0029] Der weitere Speicherraum 5 steht bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel mit den beiden Entnahmeleitungen 6 und 6' derart in Wirkverbindung, dass ein Wärmeaustausch zwischen dem über die Entnahmeleitungen 6 und/oder 6' entnommenen Wasserstoff und der in dem weiteren Speicherraum 5 befindlichen verflüssigten Luft erfolgen kann – in der Fig. 1 dargestellt durch den Wärmetauscher WT 1.

[0030] Die in dem weiteren Speicherraum 5 befindliche verflüssigte Luft wird bei dem erfindungsgemäßen Speicherbehälter 1 nunmehr bei jeder Wasserstoffentnahme – sei es über Entnahmeleitung 6 oder 6' – zwangsläufig über den Wärmeaustauscher WT 1 abgekühlt.

[0031] Durch die Absenkung des Dampfdruckes der flüssigen Luft in dem Speicherraum 5 wird neue im Wärmetau-

scher WT 3 vorgekühlte Luft angesaugt und im Wärmetauscher WT 1 bzw. im Speicherraum 5 selbst verflüssigt. Um die Einbringung von Wasser und Kohlendioxid in den Speicherraum 5 zu verhindern und um eine Vorkühlung der Luft zu erreichen, wird die angesaugte Luft im Wärmetauscher WT 3 auf eine Temperatur, die über der Verflüssigungstemperatur von Luft liegt, gekühlt. Wasser und Kohlendioxid schlagen sich als Eis an den kalten Flächen des Wärmetauschers WT 3 nieder. Die Regenerierung des Wärmetauschers WT 3 erfolgt bei jeder längeren Stillstandszeit des Fahrzeugs.

[0032] Die Ventile e und c werden geschlossen, wenn keine Wasserstoffentnahme aus dem Innenbehälter 4 erfolgt. Der Wärmetauscher WT 3 wird zu diesen Zeiten aufgrund von Wärmeeinfall aus der Umgebung oder durch einen eingebauten, in den Fig. 1 und 2 nicht dargestellten Heizer angewärmt. Wasser und Kohlendioxid werden wieder flüssig bzw. gasförmig und über das Ventil d an die Umgebung abgegeben. Es ist zu beachten, dass das Ventil e erst dann (wieder) geöffnet wird, wenn der Wärmetauscher WT 3 eine Temperatur erreicht hat, die das Ausfrieren von Wasser und Kohlendioxid erlaubt, um einen Eintrag dieser Stoffe in den weiteren Speicherraum 5 zu verhindern.

[0033] In der Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Speicherbehälters 1 dargestellt, wobei jedoch auf die Darstellung sämtlicher in der Fig. 1 gezeigter Bauteile verzichtet ist.

[0034] Während bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der weitere Speicherraum 5 den Innenbehälter 4 des erfindungsgemäßen Speicherbehälters 1 im Wesentlichen vollständig umgibt, ist nunmehr im Inneren des erfindungsgemäßen Speicherbehälters 1 ein weiterer Speicherraum 5' angeordnet, dem ein Schild 12 zugeordnet ist und mit dem der weitere Speicherraum 5' in Wärmekontakt steht. Der Schild 12 umgibt dabei den Innenbehälter 4 vorzugsweise im Wesentlichen vollständig.

[0035] Durch eine entsprechende Wahl des Materials bzw. der Materialien für den Schild 12 erreicht diese Ausführungsform der Erfindung eine äquivalente Abschirmung des Innenbehälters 4 verglichen mit der Konstruktion gemäß dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel.

Patentansprüche

1. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2), insbesondere für flüssigen Wasserstoff, aufweisend einen Außenbehälter (3), einen Innenbehälter (4) und wenigstens eine Entnahme- und Befüllleitung (6, 6'), dadurch gekennzeichnet, dass in dem Speicherbehälter (1) wenigstens ein weiterer Speicherraum (5, 5') für ein Medium angeordnet ist und zumindest die Entnahmeleitung (6, 6') mit dem weiteren Speicherraum (5, 5') in Wirkverbindung steht.
2. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkverbindung zwischen zumindest der Entnahmeleitung (6, 6') und dem weiteren Speicherraum (5, 5') in Form eines Wärmetauschers (WT 1) ausgebildet ist.
3. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem weiteren Speicherraum (5, 5') ein Schild (12), das den Innenbehälter (4) vorzugsweise zumindest teilweise umgibt, zugeordnet ist und mit diesem in Wärmekontakt steht.
4. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Speicherraum (5) in Form eines Hohlkammerprofils ausgebildet ist und

den Innenbehälter (4) zumindest teilweise umgibt.

5. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem weiteren Speicherraum (5, 5') wenigstens eine Befüllleitung (9, 10) zugeordnet ist. 5

6. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Befüllleitung (9, 10) Mittel zum Reinigen des in den weiteren Speicherraum (5, 5') geführten Mediums zugeordnet sind. 10

7. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Reinigen des in den weiteren Speicherraum (5, 5') geführten Mediums als wenigstens ein Wärmetauscher (WT 3), in dem ein Wärmetausch zwischen dem dem weiteren Speicherraum (5, 5') zugeführten Medium und dem aus dem Speicherbehälter (1) abgezogenen kryogenen Medium erfolgt, ausgebildet sind. 15

8. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem weiteren Speicherraum (5, 5') wenigstens eine Abführleitung (11) zugeordnet ist. 20

9. Speicherbehälter (1) für kryogene Medien (2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abführleitung (11) ein Überdruckventil (f) angeordnet ist. 25

10. Verwendung eines Speicherbehälters (1) für kryogene Medien (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Speicherbehälter für Kraftfahrzeuge, die mit flüssigem Wasserstoff betrieben werden. 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

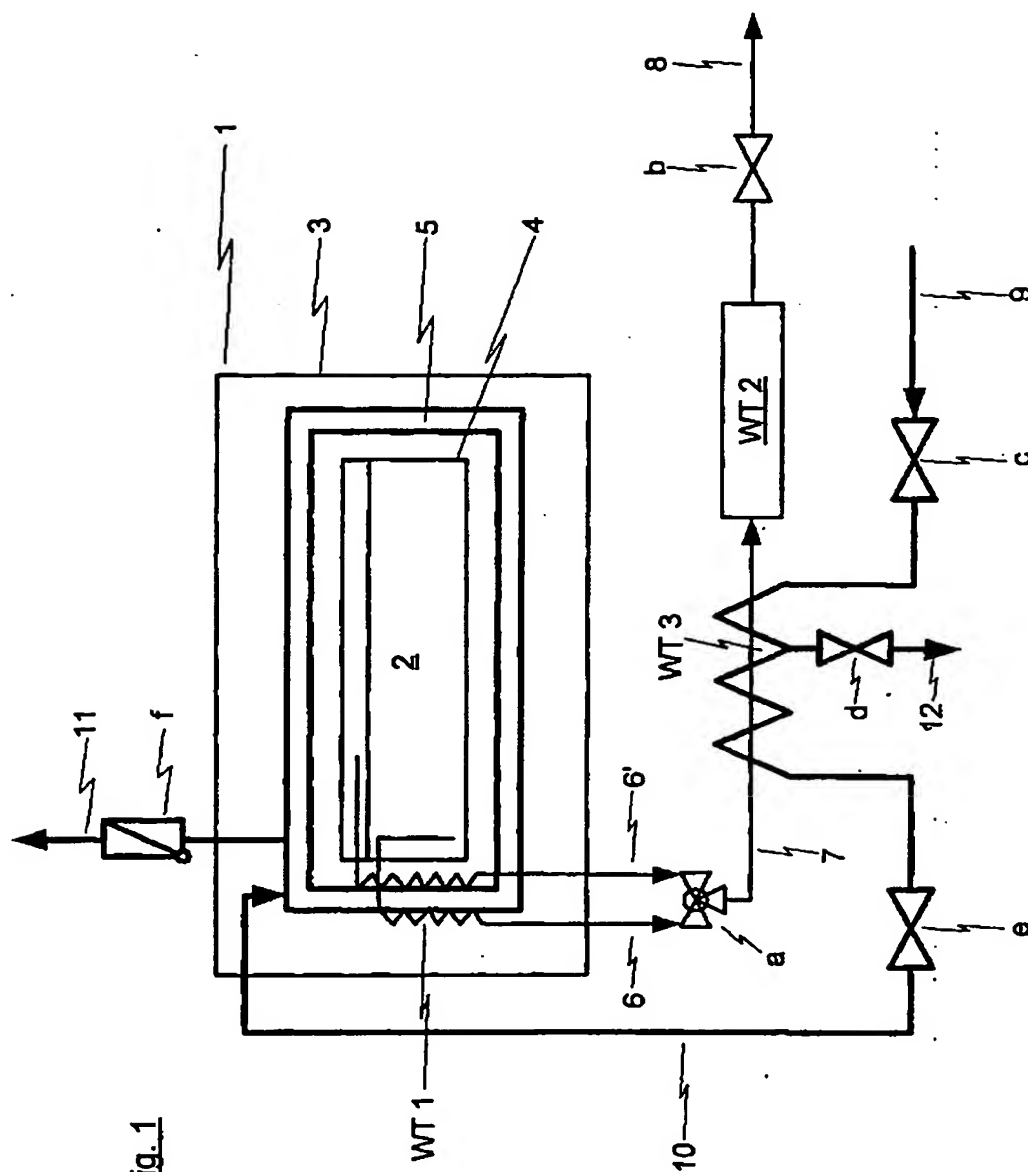


Fig. 1

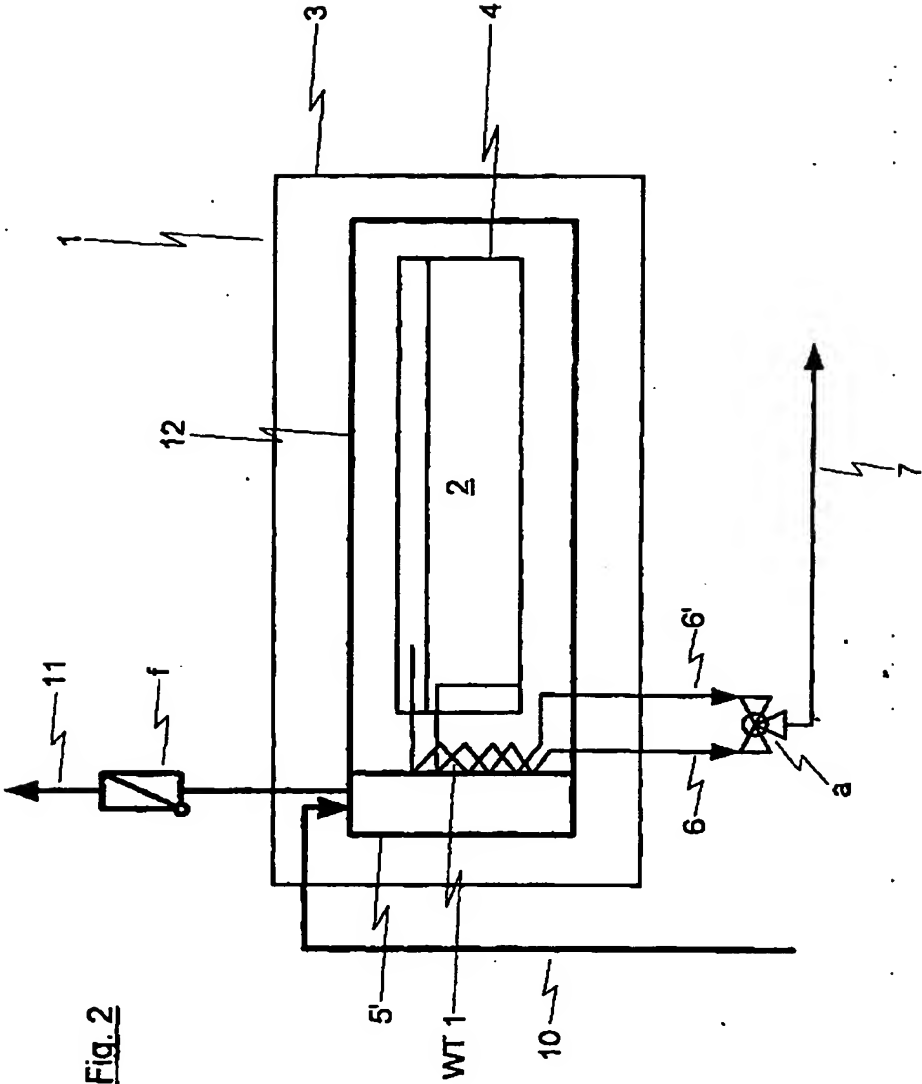


Fig. 2